

色素増感太陽電池の研究

物理班：石田 陸人 山元 良太 西山 大貴 加藤 陽介

キーワード：色素増感太陽電池 太陽電池 クリーンエネルギー

1. はじめに

色素増感太陽電池とは、色素を用いて発電するタイプの太陽電池であり、従来の太陽電池に比べて低コストで、かつ簡単に作ることができる。また、発電の過程で温室効果ガスを全く出さないため、クリーンエネルギーとして注目を浴びている。

しかし、この電池の弱点は電池を作るときに使用する電解質溶液が蒸発してしまうと発電できなくなるという点である。そこで、私達は電池の寿命を延ばすことを目的とし実験を行った。

2. 実験原理と材料

(1) 実験原理

- ① 二酸化チタンに光が当たって色素中の電子が励起してエネルギーを持った状態になる。
- ② 励起した電子が二酸化チタン中から負極に達して電流として取り出される。
- ③ ヨウ素溶液中の三ヨウ化物イオン I_3^- が、正極から戻った電子を受け取り、ヨウ化物イオン I^- に変わる。
- ④ 電子を失った状態の色素が、ヨウ素液中のヨウ化物イオンから I^- から電子を奪う。
- ⑤ この反応で発生した e^- (電子) は色素中へと戻る。
- ⑥ これらの反応が連続的に繰り返されることで正極→負極への直流電流になる。

(2) 材料

- ① 導電性ガラス
- ② 二酸化チタンペースト
- ③ ポリエチレングリコール粉末 (PEG と略記)
- ④ 酢酸
- ⑤ 色素 (赤色 106 号)
- ⑥ 炭素 (鉛筆の芯)
- ⑦ ヨウ素溶液

3. 実験 1

(1) 目的

電解質溶液を蒸発しにくくし，太陽電池の寿命を延ばす。

(2) 方法

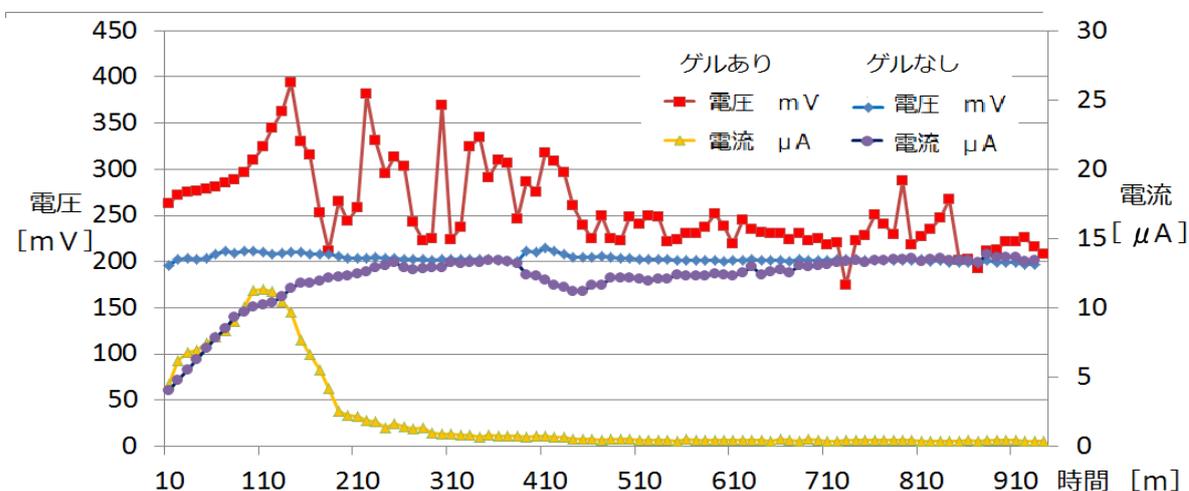
電解質溶液として使用するヨウ素溶液をゲル化させた色素増感太陽電池を作り，ゲル化させていない通常のものと同時に発電させ，電流と電圧を測定する。

- ① 二酸化チタンと酢酸，水とPEGを混ぜてペーストにする。
- ② ペーストを導電性ガラスに薄く塗る。
- ③ ペーストをガスバーナーで焼き付ける。
- ④ ペーストを吸着させた導電性ガラスを一定濃度に希釈した色素溶液につけて吸着させる。
- ⑤ 別の伝導性ガラスに鉛筆で炭素膜を作る。
- ⑥ ヨウ素溶液をたらして導電性ガラスを重ね合わせる。
- ⑦ 電池からの距離が56cmになるようにハイビーム電球（おもに舞台照明などに使用される電球）を固定し，電極の面に垂直に光を照射してテスターで電圧，電流を10分ごとに測定する。

※ゲル化する場合，⑥の工程でヨウ素液をゲル化させたものをたらして重ね合わせる

(3) 結果

実験の結果をグラフにしたものが下の図である。



(4) 考察

- ① ゲルなしが寿命を迎えた後も，ゲルありは発電していた。
→ゲル化によって，ヨウ素溶液が蒸発しにくくなったためと考えられる。
- ② ゲルありの電池の電流が一定時間経過後に低下した。
→ゲル化したヨウ素溶液が何かしらの影響を受け，電気抵抗が上がったと考えられる。

4. 実験 2

(1) 目的

- ・色素の違いで電圧が変化するか。
- ・また色素を混色すると電圧に違いが生じるか。

(2) 仮定

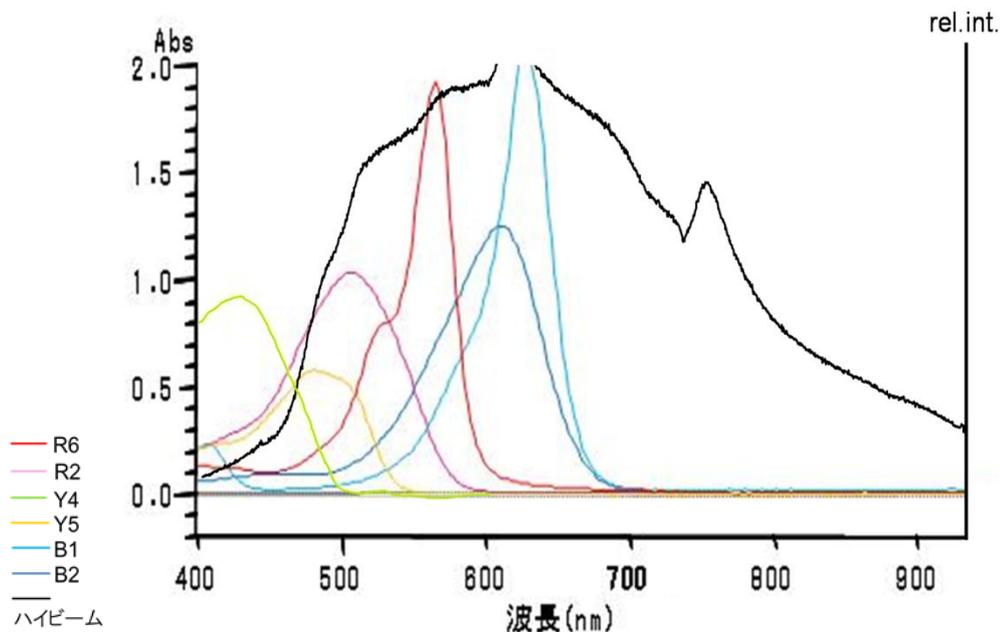
- ① ハイビームの発光スペクトルのピークと、色素の吸収スペクトルのピークが重なった点で、よく光を吸収し電気を発電するので、ピークが重なっている R6 と B1 がよく発電すると予想した。
- ② 色素をつけた電池は特定の波長の光を吸収するので、着色していない電池と比べて、電圧は大きくなると思った。その電池の電圧、電流をハイビームから一定の距離を保って測った。

(3) 方法

- ① 実験の前に色素の吸収スペクトルを分光器で調べた。
- ② ハイビーム電球のスペクトルも調べた。
- ③ 実験 1 と同様に電池を作製し、その際 6 種類の色素をチタン膜に吸着させる。用いた色素は食用色素の赤 102, 赤 106, 青 1, 青 2, 黄 4, 黄 5 である。また対照実験するため無着色の電池も作製した。
- ④ 作製した電池をハイビームから一定の距離に置き、その電圧を測った。

(4) 結果

スペクトルの測定結果を以下に示す。



各色素を吸着させて作製した電池の電圧を以下の表に示す。

	赤 102	赤 106	青 1	青 2	黄 4	黄 5	無色
1 回目	170	368	117	148	130	207	194
2 回目	256	132	201	383	140	152	
3 回目	190	177	116	185	195	114	
平均	205	226	145	239	156	158	194

単位：mV

(5) 考察・結論

- ① 仮定でよく発電すると予想した赤6と青1より赤2の方が発電した。これは、チタン膜の状態がいい電池とそうでない電池があり、色素の違いや有無に関係なく発電効率にばらつきが生じたと思われる。つまり、チタン膜をしっかりと吸着させる技術がもっと必要である。
- ② ハイビームにカラーセロハンをつけても、特定の波長をもった単色光を出すことは出来なかった。今後の実験では、単色光を用いて各色素の発電効率を調べたい。

5. 参考文献

- ・小田善治 他6名：“ふち発明”をいかした教材としての色素増感太陽電池，エネルギー環境教育研究 VOL. 3 No. 1, 2008
- ・荒川裕則：色素増感太陽電池，シーエムシー出版，2007